



TITLE:

# <論文>インサイジング刃物の圧入力(第1報): オイスター型刃物によるインサイジング

AUTHOR(S):

中村, 嘉明; 西本, 孝一

---

CITATION:

中村, 嘉明 ...[et al]. <論文>インサイジング刃物の圧入力(第1報): オイスター型刃物によるインサイジング. 木材研究・資料 1985, 20: 42-54

ISSUE DATE:

1985-02-28

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/51540>

RIGHT:

インサイジング刃物の圧入力 (第1報)  
オイスター型刃物によるインサイジング

中村 嘉明\*・西本 孝一\*\*

Incising Force of a Knife Edge into Wood I  
Incision with Oyster Type Knife Edge

Yoshiaki NAKAMURA\* and Koichi NISHIMOTO\*\*

**Abstract**

Incising force was investigated with a small oyster type knife edge, using eight wood species including a few impermeable ones which must be incised. Influence of incised surfaces (tangential or radial), incising angles to fiber axis and incision depths on incising force was discussed here and following results were obtained.

(1) With the increase in incising angles up to  $90^\circ$ , incising force per width unit of the knife edge (mm) tended to increase in both tangential and radial surfaces (Fig. 2).

(2) Incising force increased linearly with incision depths in using an oyster type knife edge (Fig. 3), which was quite different from the behaviour in incising force changes obtained by a double edged chisel<sup>5)</sup>.

(3) The incising force changes, especially in the tangential surfaces, were characterized by the width of late wood of each wood species, and classified into four types according to wave patterns (*e.g.* calms, ripples, wavelets and surges) of figures showing the relation between incising force and incision depths (Figs. 3 and 4).

(4) Correlation between incising force in both tangential and radial surfaces and specific gravity of wood seemingly existed (Fig. 5). However, as to Beimatsu and Karamatsu with high specific gravity, the decrease in incising stresses was accompanied with the occurrence of cracks in the woods when larger incising angles to fiber axis were employed in the tangential surface. The result suggested that any correlation between incising force and specific gravity could not be perceived with those timber species at larger incising angles (above  $60^\circ$ ) (Fig. 5-c).

(5) In the case of radial surface incision, slopes of the regression equations as shown in Fig. 2 were indicative of a good correlation with specific gravity of wood (Fig. 6).

---

\* 奈良県林業試験場 (Nara Prefectural Forest Experiment Station, Takatori, Nara 635-01)

\*\* 高耐久性木材開発部門 (Research Section of High Performance Wood Products)

インサイジングが不可欠な難注入材など8樹種を供試して、小型のオイスター型刃物によるインサイジングを行ない、材面（板目、まさ目面）や、繊維走向に対する刃物の圧入傾斜角あるいは圧入深さなどの条件における刃物の圧入力について検討した。その結果、

（1）板目面圧入、まさ目面圧入ともに、単位刃幅当りの圧入力は、インサイジング傾斜角の増加に伴って、増加する傾向が認められた（Fig. 2）。

（2）オイスター型刃物の圧入力は、圧入深さの増加と共に、ほぼ直線的に増加した（Fig. 3）。この傾向は、両刃ノミによって得られた圧入力の推移<sup>5)</sup>とは異なる結果であった。

（3）圧入深さに伴う圧入力の推移は、供試材の晩材幅の差異によって特徴ある傾向が現われた。それらを、<sup>なま</sup>鳳型、さざ波型、小波型、うねり型の4種の波型に分類した（Fig. 3, 4）。

（4）板目、まさ目両材面共に、圧入力と供試材の比重との間に、あきらかな相関係が認められた（Fig. 5）。しかし、板目面圧入において傾斜角が大きなインサイジングを行った場合、ペイマツ、カラマツなど比重が大きな樹種では、材の割裂の発生に伴う圧入応力の低下が認められた。その結果として、60°以上のインサイジング傾斜角をとると、それらの材では、比重と圧入力の相関係が得難かった（Fig. 5-c）。

（5）Fig. 2に示す各樹種のまさ目面圧入における回帰式の勾配値と、供試樹種の比重との間に相関係が認められた（Fig. 6）。

## 1. 緒 言

高度な品質性能を有する防腐防ぎ処理木材の生産に向けて、防腐処理基準の見直しを含む、製材および枠組壁工法構造用製材のJASの一部改正（1981年3月告示）が行われ、インサイジング加工が認められた。それによって従来、加圧注入処理が困難とされていた樹種を用いる建築用部材に対してインサイジングの実用化が大幅に進められ、インサイジング加工材の薬剤吸収量および浸潤度が容易に性能基準を上回るように

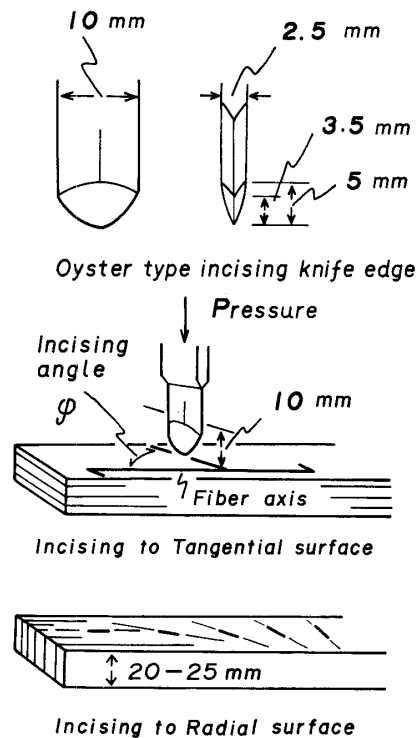


Fig. 1. Incising knife edge and incision method

なった。今日では、防腐防ぎ処理製材 JAS 認定工場へのインサイジング機の設置が義務づけられたことによって、難注入材に限らずほとんどの樹種についてインサイジングが積極的に行われている。このことは性能基準への適応のみならず、加圧注入工程上の利点が大きいことを示していると考えられる。

規格化に際しては、建築用部材のインサイジングに関する既往の成果や報告が極めて少なかったために、急ぎ、技術的な検討が一部で行われたが<sup>1)</sup>、それでも従来から行われている鉄道まくら木のインサイジング技術<sup>2)</sup>を、小型化する方法を進めてきたと思える点が多く、改めて技術的な検討を加えるべき課題と考えられる。

すでに著者らは、一刃当りの薬液の浸透領域の拡大を計り、加工する材面のインサイジング密度を粗くして、材面の性状を損わずに、しかも強度低下を抑制する目的から、材面の繊維走向に対して、刃物の刃先線を傾斜させるインサイジング法について試験を行ない、その結果を報告した<sup>3,4)</sup>。さらに26樹種の木材に対

Table 1. Wood samples

Species	r <sub>u</sub> min - mean - max	W (mm)	P.Lw (%) min - mean - max	W.Lw (mm)
HINOKI <i>Chamaecyparis obtusa</i> ENDL.	0.47 - 0.48 - 0.54	2.10	7.1 - 20.6 - 35.7	0.43
BEISUGI <i>Thuja plicata</i> D. DON	0.33 - 0.35 - 0.38	1.38	10.0 - 18.6 - 33.3	0.26
BEIHIBA <i>Chamaecyparis nootkatensis</i> SPACH.	0.46 - 0.47 - 0.50	0.91	12.0 - 24.9 - 33.3	0.23
BEITSUGA <i>Tsuga heterophylla</i> SARG.	0.43 - 0.50 - 0.52	1.19	19.2 - 42.2 - 62.5	0.50
BEIMATSU <i>Pseudotsuga menziesii</i> FRANCO.	0.49 - 0.60 - 0.64	3.51	16.7 - 34.4 - 48.0	1.21
Radiata pine <i>Pinus radiata</i> D. DON.	0.48 - 0.52 - 0.61	5.99	12.0 - 28.7 - 53.3	1.72
EZOMATSU <i>Picea jezoensis</i> CARR.	0.37 - 0.42 - 0.45	1.18	14.3 - 22.5 - 44.4	0.27
KARAMATSU <i>Larix</i> sp ( <i>L. dahurica</i> )	0.64 - 0.67 - 0.75	1.26	28.6 - 46.5 - 73.3	0.59

r<sub>u</sub> : Specific gravity in air-dry condition

W : Average width of annual rings

P. Lw : Proportion of late wood

W. Lw : Average width of late woods

して、両刃の平ノミ型刃物を用いて本実験とほぼ同様の試験を行ない、インサイジング傾斜角、刃幅、圧入速度、および圧入深さと圧入力との相関々係などについて報告した<sup>5)</sup>。

本報告は JAS に準拠する条件を考慮して、より実用的な資料を得るため、多くのインサイジング機に採用されている小型で標準的な鉾型（Oyster type）の刃物を用いて、樹種、材面、インサイジング傾斜角、および圧入深さに伴う圧入力の変化について検討し、その結果をとりまとめたものである。

## 2. 試 験 方 法

### 2.1 インサイジング刃物と圧入方法

Fig. 1 に示したとおり、刃厚 2.5 mm、刃幅 10 mm の鉾型刃物を用いて、木材強度試験機（インストロン社製 5 ton）によって、試験材の板目面、まさ目面よりそれぞれ垂直に刃物を圧入して、垂直方向の圧入力をロードセルで検出した。

極めて衝撃的でない限り、圧入速度は圧入力への影響が少ないので<sup>5)</sup>、5 cm/分 の一定圧入速度とした。圧入深さは、JAS に示された薬液の浸潤度を考慮して 10 mm と定め、圧入深さに相応して変化する圧入力を自記々録図から読み取った。

図示したとおり材面上のインサイジング傾斜角は、繊維走向に対して 0° 30° 45° 60° 90° に設定して圧入を行なった。このように刃物の傾斜角を大きく設定することは、現在広く使用されている回転式実用機には適さないが、上下動のプレス式を採用すれば、インサイジングが可能である。それによって回転式で起こりがちな材面における刃物の抜き跡のはく離や盛り上り、あるいは刃物の折損等の欠点が改良される利点がある。

### 2.2 供試樹種

供試材は Table 1 に示すとおり、一般の建築用土台材に使用される樹種や、難注入材などインサイジング適応樹種中より 8 樹種を選び、それらの心材のみを供試した。

試験片は長軸方向に平行して 2.5~5 cm (w), 2~2.5 cm (h), 40 cm (l) の寸法にプレナーで仕上げた 2 方まさ目材として、圧入時の含水率を 14~16% の気乾材に調整した。

各圧入条件ごとに試験片は 12 本以上を使用し、節や欠点を避けて刃物を圧入した。

## 3. 結 果 と 考 察

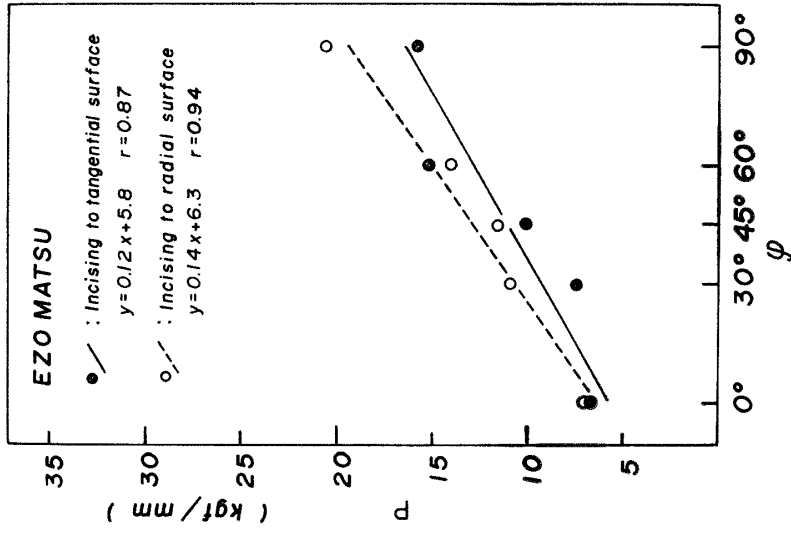
### 3.1 インサイジング傾斜角と平均圧入力

刃物が圧入深さ 10 mm に達した時点の単位刃幅当りの圧入力 (kgf/mm) と、インサイジング傾斜角の相関を、樹種別に Fig. 2 (a~f) に示した。図中の点は平均圧入力を示し、実線と破線は材面別の回帰直線を示した。

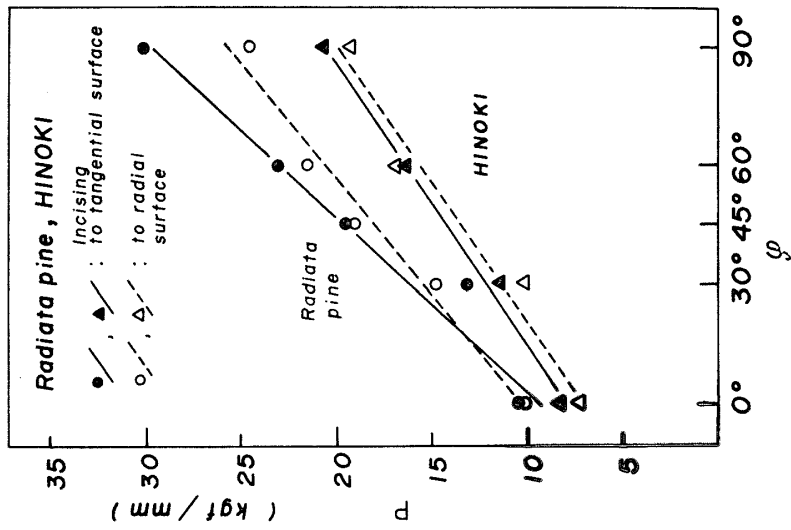
全樹種に共通して、板目面圧入、まさ目面圧入いずれも、インサイジング傾斜角との高い相関が認められた。さらに共通した点は、傾斜角 30° における平均圧入力値が、回帰直線よりやや下に位置していることである。このことは、元来直線よりもシグモイドの方が良く当てはまる性質のものであって、30° あたりまでは、傾斜角の増加の割合に比べて、圧入力の上昇が鈍い傾向を示すものと考えられる。

この傾斜角 30° のインサイジングについては、すでに傾斜角と薬液の浸潤面積について検討を行ない<sup>6)</sup>、傾斜角 0° における浸潤面積を基準とする比を求めた結果、30° でも、それ以上の傾斜角における浸潤面積比と大差ない樹種もあり、30° 前後でかなり良好な浸潤効果が挙がる例が認められている。したがって、できるだけ小さな傾斜角のインサイジングが望ましい加工材の強度低下の問題をも考え合わせると、30° 前後の傾斜角のインサイジングが、それらの条件を満たす接点になるものと推察された。

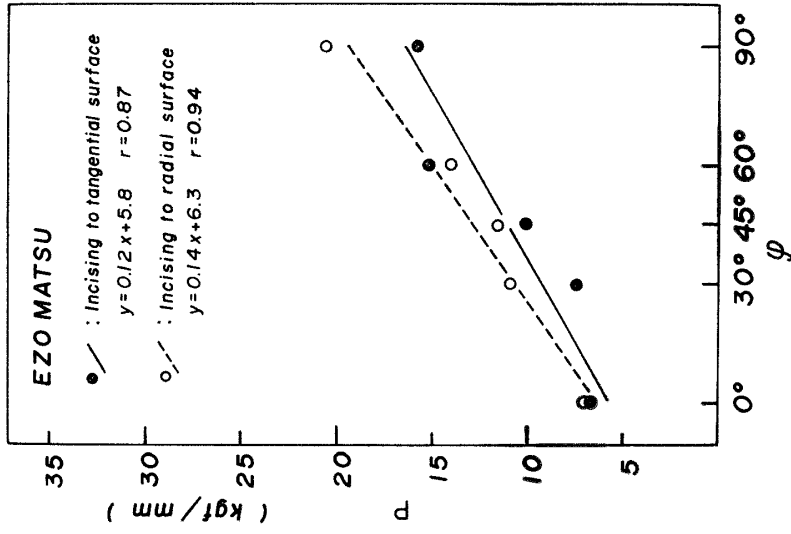
Fig. 2 (a, b) に示したベイスギ、ベイヒバ、ヒノキは板目面とまさ目面の圧入力がほぼ同じように推移



(a) Beihiba (Average of specific gravity in air-dry :  $r_u=0.47$ )  
 ●/ :  $y=0.15x+8.8$   $r=0.89$   
 ○/ :  $y=0.16x+8.6$   $r=0.90$   
 Beisugi ( $r_u=0.35$ )  
 ▲/ :  $y=0.07x+5.7$   $r=0.87$   
 △/ :  $y=0.08x+5.1$   $r=0.97$



(b) Radiata pain ( $r_u=0.52$ )  
 ●/ :  $y=0.22x+9.4$   $r=0.90$   
 ○/ :  $y=0.17x+10.4$   $r=0.88$   
 Hinoki ( $r_u=0.48$ )  
 ▲/ :  $y=0.14x+8.0$   $r=0.95$   
 △/ :  $y=0.14x+7.1$   $r=0.93$



(c) Ezomatsu ( $r_u=0.42$ )

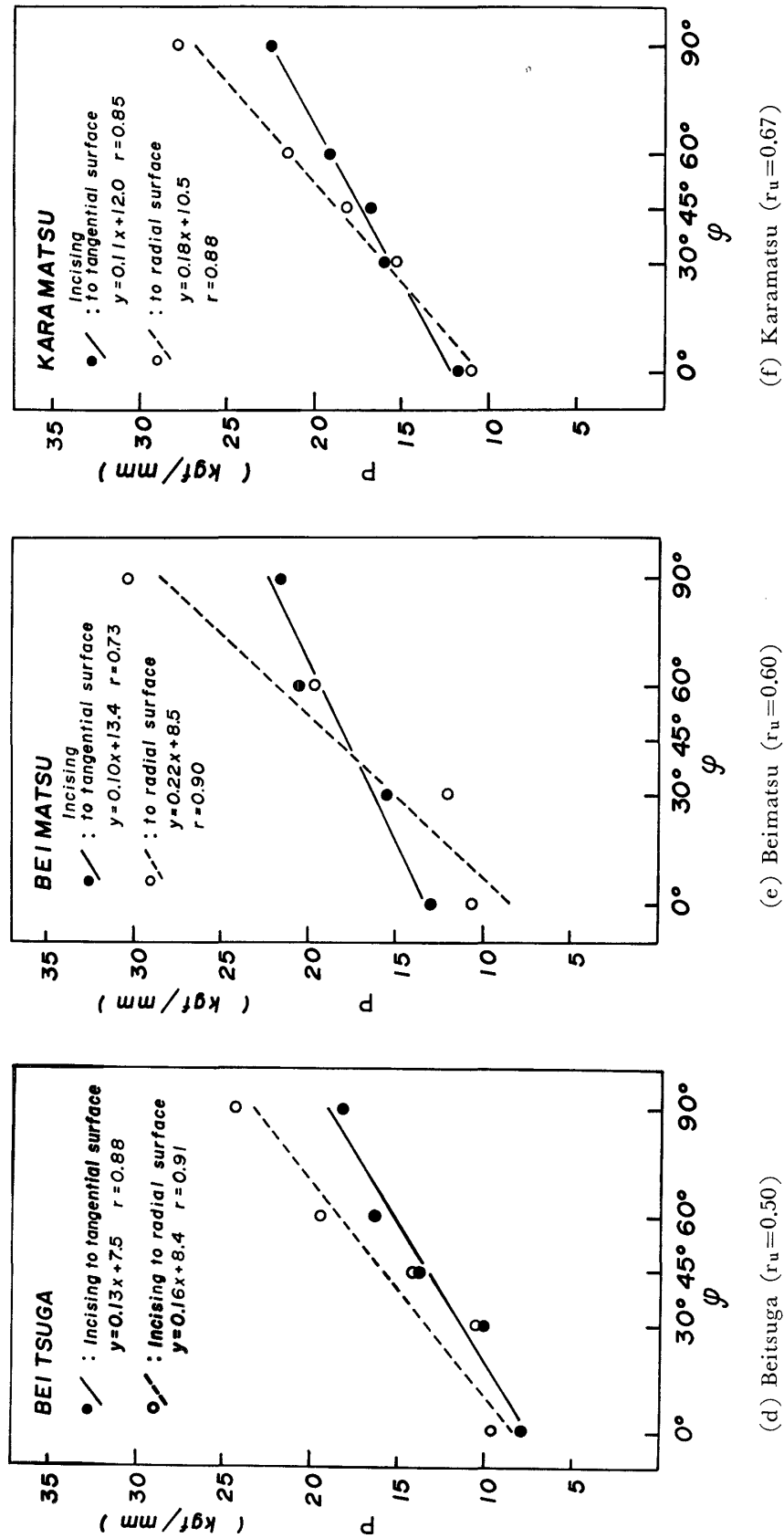
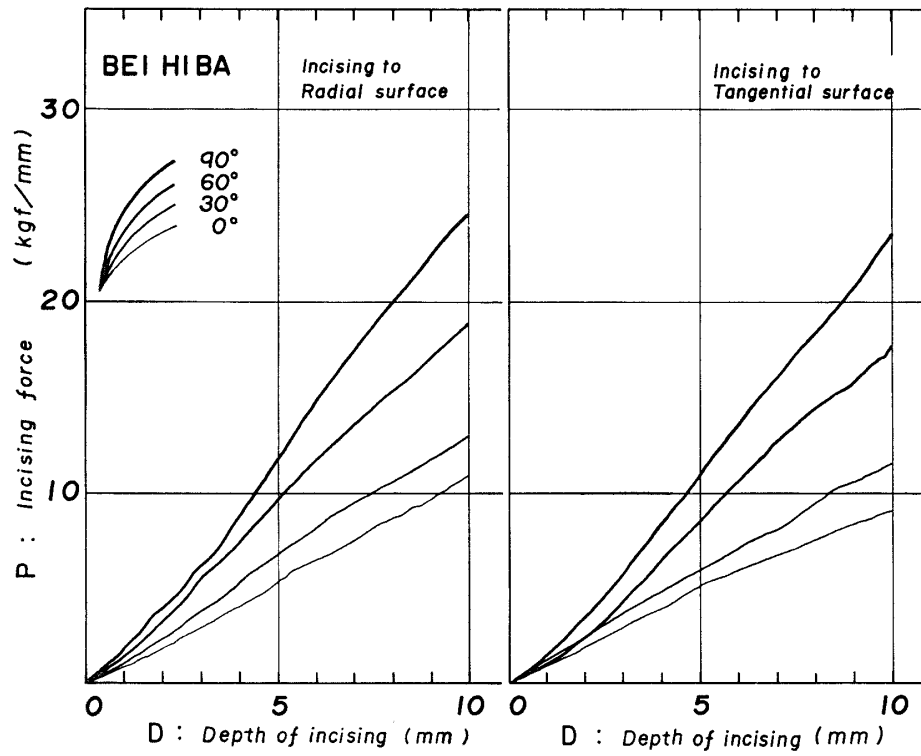
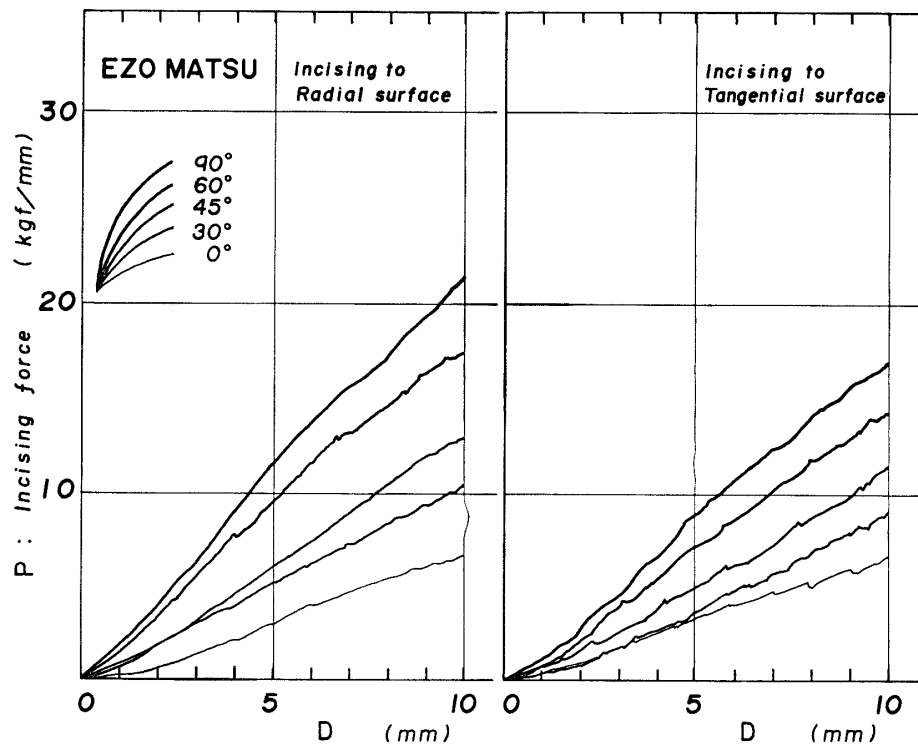


Fig. 2. Relation between incising angle ( $\varphi$ ) and incising force ( $P$ ) at an incision depth of 10 mm

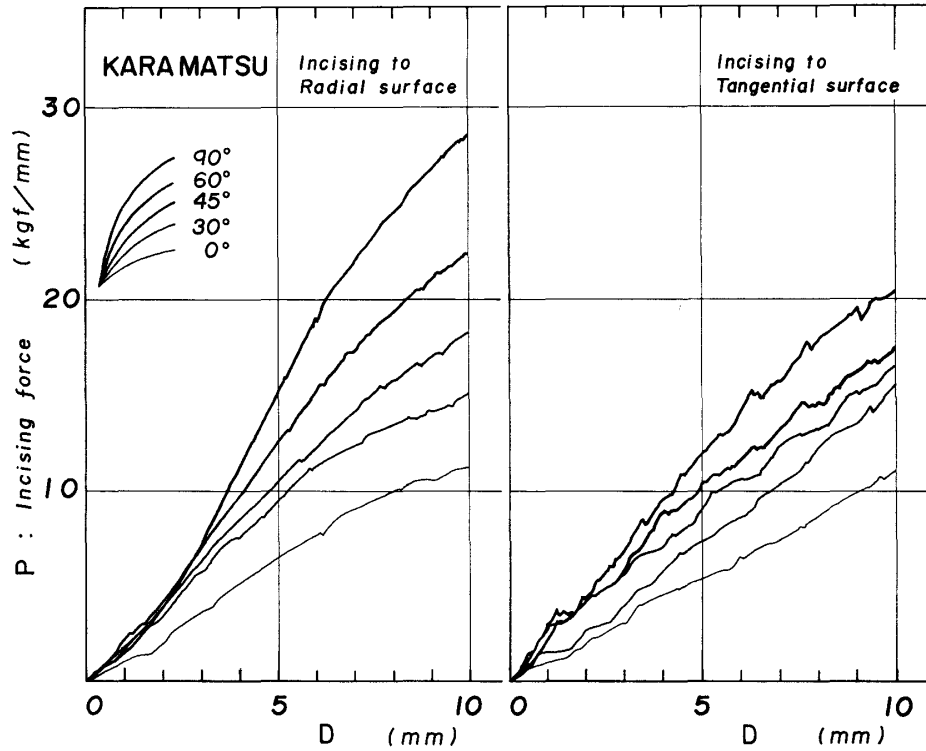


(a) Calms type (Beihiba, Average width of late wood 0.23 mm)

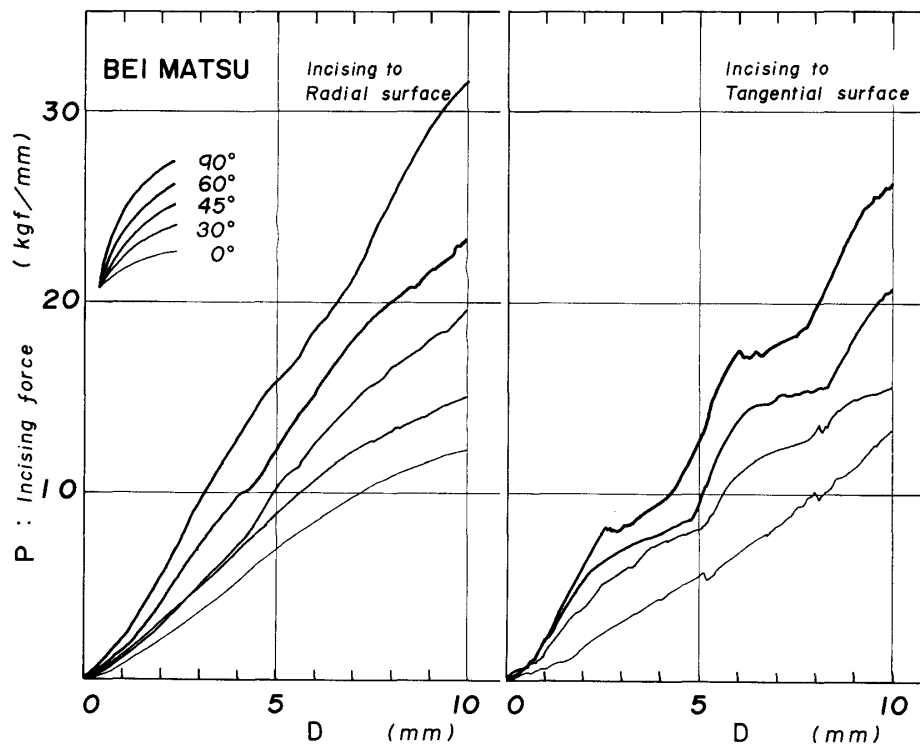


(b) Ripples type (Ezomatsu, Average width of late wood 0.27 mm)





(c) Wavelets type (Karamatsu, Average width of late wood 0.59 mm)



(d) Surges type (Beimatsu, Average width of late wood 1.21 mm)

Fig. 3. Examples of incising force changes

する傾向にあった。これらの材は比重が中程度で、年輪幅が比較的狭く、晩材率が低い樹種である。既報<sup>5)</sup>よりこのような傾向を示す樹種を検索したところ、スギ、オウシュウアカマツ、チョウセンゴヨウ、スプルースなどが該当するものと考えられた。

なおベイヒバは傾斜角が小さい圧入時に、材に割裂が起こり易く、そのため圧入力値にかなりバラツキがあり、平均圧入力値と回帰直線が隔たる結果となって表わされた。

Fig. 2 (b) に示したラジアタパイン心材は平均年輪幅が非常に広いことから推察されるように、まさ目面圧入では軽軟な早材部を多く切断することになるため、その圧入力値が板目面の圧入力値を下回るといった、他の樹種に見られない特異な傾向が認められた。一方、晩材幅が広く重硬であるため、回帰直線の勾配は、供試樹種中の最大値を示す結果であった。

Fig. 2 (c, d) に示したエゾマツ、ベイツガはインサイジング傾斜角の大小にかかわらず、まさ目面圧入力が板目面圧入力を上回った。このような傾向を示す樹種を検索したところ、テーダマツ、トドマツなどが挙げられた<sup>5)</sup>。それらに共通する材質、すなわち年輪幅が狭く、晩材部が明瞭で堅いことなどが影響していると考えられる。

Fig. 2 (e, f) に示したベイマツ、カラマツ、あるいは前述のベイツガのように比重が大きく、晩材率が高い樹種では、刃物圧入中に材が割裂を起こし易い。その傾向は、ベイマツとカラマツでは傾斜角が大きくなるにつれて、板目面圧入時に顕著に表われ、圧入応力の低下をきたし、まさ目面圧入に比べて回帰直線の勾配が、かなりゆるいものになった。

一方、ベイツガ、ベイマツのまさ目面圧入時には、割裂はむしろ傾斜角が小さい時点で顕著に表われ、平均圧入力で示されるとおり低圧入力でインサイジングがなされている。このような傾向はブナ材においても認められた<sup>5)</sup>。

### 3.2 板目面圧入力の推移

樹種別の圧入力の記録図から、各圧入条件毎に一例を抽出して、グラフの同軸上に転写して、まさ目、板目両材面の圧入力の推移を表わした。Fig. 3 (a~d) には4樹種の例を示した。

供試樹種すべてに共通して、刃物圧入深さが10 mmに達するまでの、圧入深さに対する圧入力の増加が、ほぼ直線的に推移しているとみなされる。この点について、両刃ノミの圧入力の推移<sup>5)</sup>においては、刃物の圧入初期に、圧入深さに対する圧入力の増加が急な、いわゆる刃先食い込み過程があり、やがて圧入力の増加の割合がゆるむ刃物進入平衡の過程へと進むために、途中で腰を折るような二段階の圧入力推移が認められたが、この銚型刃物の圧入力の推移は、それと異なる傾向を示した。

さらに Fig. 3 (a~d) によると、板目面圧入力の推移は、まさ目面圧入力の推移より起伏が大きく、次に述べるように樹種による特徴を表わしている。

(a) はベイヒバであるが、晩材幅が狭いため圧入力推移が滑らかである。これを鼠型(Calms type)と名付けた。この波型は供試樹種中ではベイヒバだけであるが、材質からみて、オウシュウアカマツ、スプルース<sup>5)</sup>などが、これと同様な圧入力の推移を示す樹種であろうと推測された。

(b) はエゾマツであるが、堅い晩材部によって小さな起伏が繰返し現われる。これをさざ波型(Ripples type)と名付けた。これと同様な圧入力の推移を示した樹種は、ベイスギ、ヒノキ、ベイツガであった。ただしベイツガはエゾマツより多少起伏が粗く、次の小波型に近いとも考えられた。スギ、テーダマツ、ノーブルファー<sup>5)</sup>などもこれに該当すると推測された。

(c) はカラマツであるが、エゾマツより強く、幅広い晩材が密に存在するために、さざ波型よりさらに起伏が激しい圧入力の推移を示す。これを小波型(Wavelets type)と名付けた。この波型は供試樹種中ではカラマツだけであるが、アカマツ<sup>5)</sup>もこれに該当すると推測された。

(d) はベイマツであるが、幅広い晩材部に断続して刃物が当たるために、大きなうねりが交互に起こる

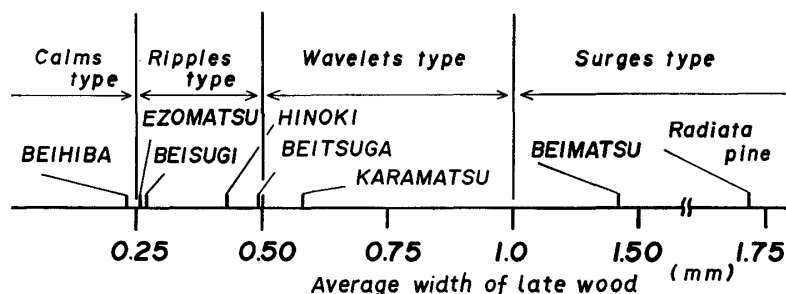


Fig. 4. Specific forms of incising force changes in tangential surfaces with an average width of late wood

圧入力の推移を示す。これをうねり型（Surges type）と名付けた。これと同様な圧入力の推移を示した樹種はラジアタパインであった。

以上のように板目面圧入において、特徴的な波型の圧入力の推移がみられる原因は、年輪幅あるいは晩材幅の広狭の差にあると考えられる。ちなみに Fig. 4 に平均晩材幅による分類を示した。比較的良く対応したので、晩材幅によって、圧入力の推移が説明できるものと考えられた。

### 3.3 比重と圧入力

樹種別に圧入力を示した Fig. 2 (a~f) によっても、比重と圧入力との相関は容易に推測されるが、Fig. 5 (a~c) にインサイジング傾斜角  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  における平均比重と平均圧入力、および比重と圧入力の回帰直線を示し、両者の相関々係を検討した。

傾斜角が増加するに伴い、板目面、まさ目面圧入力ともに回帰式の勾配が大きくなる。また、まさ目面圧入においては、相関係数はかなり大きな値を保ち、図示しなかったが  $90^\circ$  の傾斜角をとっても  $r=0.88$  で、かなり高い相関々係が認められた。

しかし板目面圧入においては、傾斜角  $0^\circ$ ,  $30^\circ$  の圧入時には高い相関々係が認められるが、 $60^\circ$ ,  $90^\circ$  においては有意な関係が得られなかった。この原因は、Fig. 2 (e, f) で示したベイマツ、カラマツの板目面圧入時の試験片の割裂によって起こる圧入応力の低下にあることが明らかである。Fig. 5 (c) ではこの理由から、カラマツの値を除いて求めた回帰式と直線および相関係数が示してある。同様に、傾斜角  $90^\circ$  の場合、圧入応力低下が著しいベイマツ、カラマツを除いて相関係数を求めると  $r=0.85$  となり、かなり有意になるが、さらに検討が必要とされる。

Fig. 6 は前述の Fig. 5 (a~c) に示したように逐一傾斜角別に結果を表わす煩わしさを避けるために、Fig. 2 (a~f) が得られた段階で、それらの回帰式の勾配と、供試樹種の比重との相関々係を求めた結果を図示した。

前述のように、板目面圧入については、試験材の割裂の影響が現われ、ここでも有意な相関が得られなかったので、樹種別に求めた勾配値と比重のみをプロットした。

まさ目面圧入については高い相関が得られたので図中に回帰直線を示した。この結果を利用すると、鉋型刃物においては、供試材の比重と傾斜角  $0^\circ$  における圧入力値から、任意の傾斜角の圧入力値が近似的に算出されることになるので、かなり有用であると考えられた。

その他インサイジング刃物の圧入力に関して、年輪幅や晩材幅が影響を及ぼしているように見かけられたので、それぞれ単独に圧入力との相関を検討したが、そのいずれからとも有意な結果は得られなかった。したがって比重との相関において検討を進めることが最も妥当な方法であると考えられた。

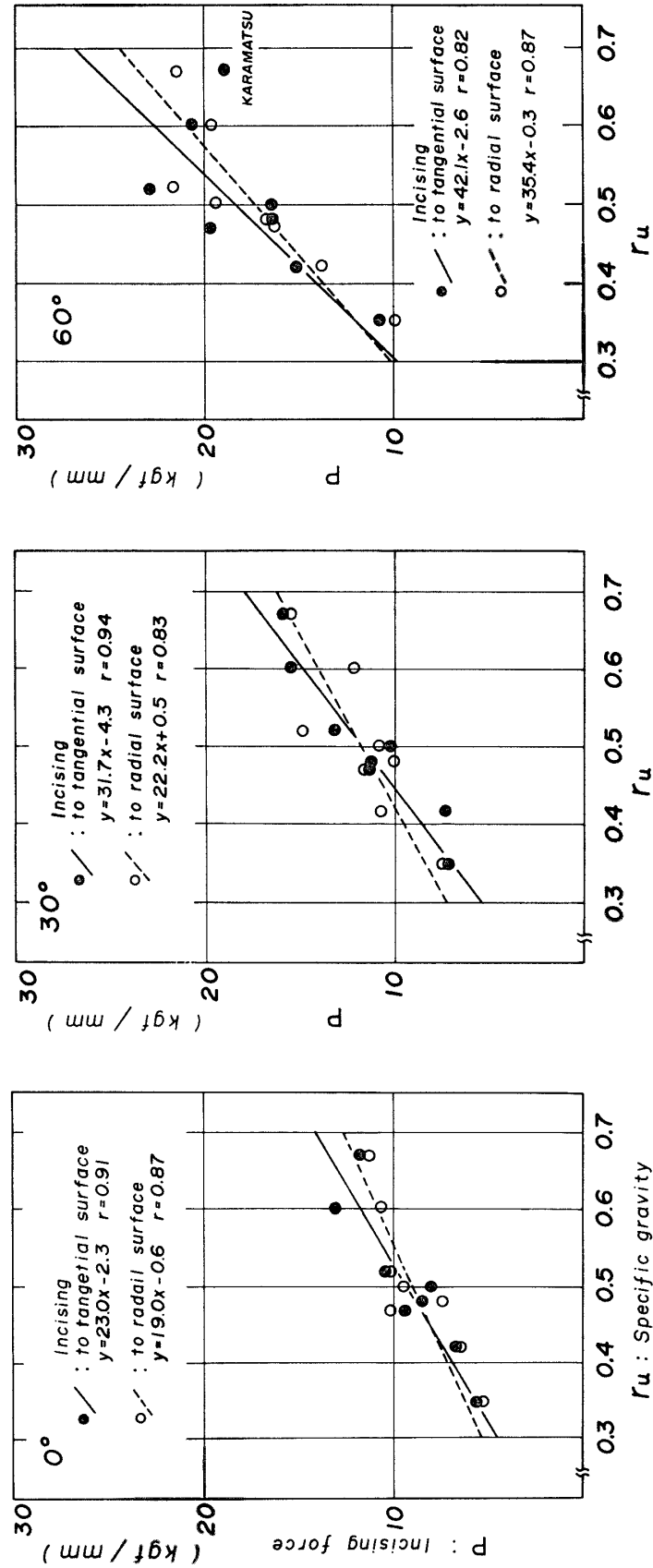


Fig. 5. Relation between specific gravity ( $r_u$ ) and incising force ( $P$ ) at an incision depth at 10 mm

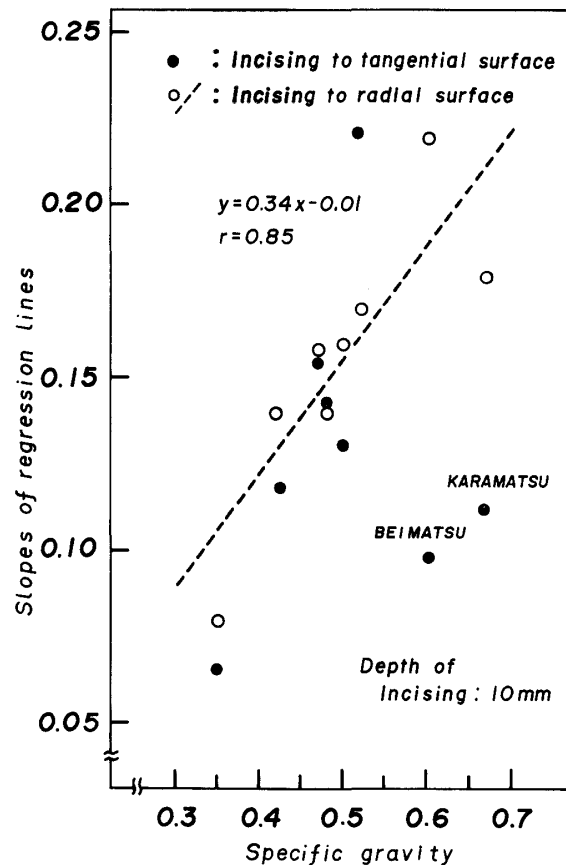


Fig. 6. Relation between specific gravity and slope values of the regression lines in case of incising to radial surfaces (Shown in Fig. 2 a~f)

#### 4. 結 論

インサイジングは切削とは異なり、既往の研究成果が少ない分野である。したがって加工技術面においても未検討の課題が多い。本実験においては、製材および枠組壁工法構造用製材の JAS を基準にして、標準的な刃型と圧入深さを選定して、加工材面とインサイジング傾斜角の条件を変え、カラマツなどインサイジングを適応することが望ましい建築用材 8 樹種を供試して、圧入力の測定およびその推移を観察した。その結果より次の結論を得た。

(1) インサイジング刃物の刃先線と材面における繊維走向とのなす角度を、インサイジング傾斜角と称すると (Fig.1), それが  $0^\circ \rightarrow 90^\circ$  に増加するに従って、圧入材面に対して垂直方向の単位刃幅当りの圧入力は、板目面およびまさ目面圧入において、共に高い相関関係を保って増加した (Fig. 2 a~f)。

(2) 板目面およびまさ目面における圧入力は、樹種によってかなり特徴があり、樹種間に差異が認められた。これには主に材の比重や晩材幅あるいは割裂性が関与していると推測された (Fig. 2 a~f)。

(3) 鉋型刃物による圧入深さに対する圧入力の増加の傾向は、板目、まさ目両材面ともに、ほぼ直線的に推移するとみなされ、両刃ノミによる既往の結果とは異なる圧入力の推移が認められた (Fig. 3 a~d)。

また板目面における圧入力の推移には、樹種により特徴が認められたので、それらを 4 種の波型に分類した (Fig. 3 a~d)。ちなみにそれらを晩材幅と対応させて検討したところ、0.25, 0.5, 1.0 (mm) がほぼ境界点になると考えられた (Fig. 4)。

(4) 圧入力と比重の相関々係はかなり強く、インサイジング傾斜角が増加していても、その関係は維持された (Fig. 5 a~c)。したがって樹種にこだわらずに、材の比重によって任意の傾斜角をなすインサイジングの刃物圧入力を、求める計算式が成立する見通しがついたと考えられる (Fig. 6)。この点については、さらに各種の刃型について、今後の検討が必要であろう。

## 文 献

- 1) たとえば、布村昭夫，葛西 章，今村祐嗣，柏崎清作，橋 忠彦：日本木材学会北海道支部講演集 **12**, 47 (1980)
- 2) たとえば，早川 仁，向原耕次：鉄道技術研究資料 **14**, 43 (1957)
- 3) 中村嘉明：第30回日本木材学会大会要旨集 232 (1980)
- 4) 同：奈良林試木材加工資料 No. 10, 10 (1981)
- 5) 同：奈良林試研報 No. 11, 30 (1982)
- 6) 同：第34回日本木材学会大会要旨集 14 (1984)